

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-211366

(43)Date of publication of application : 20.08.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/133  
G02F 1/133  
G02F 1/1337  
G02F 1/141

(21)Application number : 07-101436

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 25.04.1995

(72)Inventor : KOUDEN MITSUHIRO  
KISHIMOTO KAZUYUKI

(30)Priority

Priority number : 06295188 Priority date : 29.11.1994 Priority country : JP

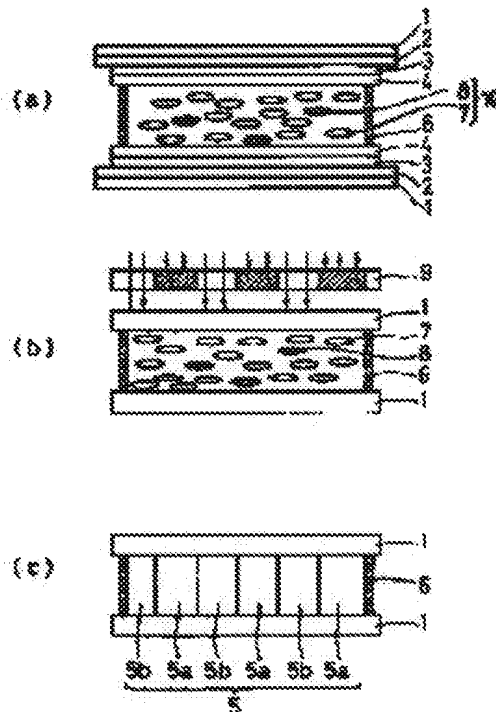
## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily produce a liquid crystal display device capable of gradation display by composing liquid crystal layers of regions having the thresholds varying continuously or stepwise in respective pixels.

CONSTITUTION: Two sheets of substrates 1 are stuck to each other and a mixture 12 composed of a liquid crystal compsn. 7 and photopolymerizable resin precursors 8 for forming the liquid crystal layers 5 is held between these substrates. These photopolymerizable resin precursors 8 are photopolymerized to resins by irradiating the mixture 12 with light from outside the substrates 1, by which the liquid crystal layers 5 are formed. At this time, only the regions 5b are

photoirradiated by using a photomask 9, by which the two regions; the regions 5a consisting of the liquid crystal compsn. 7 alone and the regions 5b consisting of the liquid crystal compsn. 7 and the resins are formed. Consequently, the gradations of the pixels are three ways; white (when both of 5a and 5b are white), gray (when



5a is black and 5b is white) and black (when both of 5a and 5b are black).

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-211366

(43) 公開日 平成8年(1996)8月20日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 7 5			
	5 8 0			
1/1337	5 1 0			
1/141				
G 0 2 F 1/137 5 1 0				
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-101436

(22) 出願日 平成7年(1995)4月25日

(31) 優先権主張番号 特願平6-295188

(32) 優先日 平6(1994)11月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 向殿 充浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 岸本 和之

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

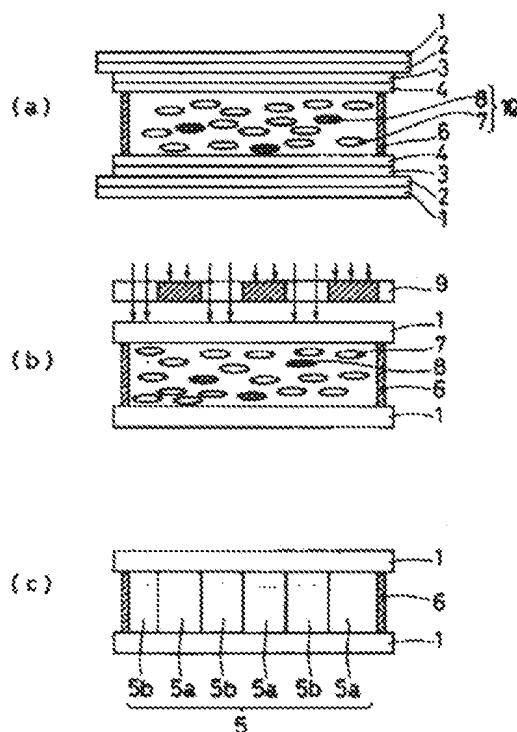
(74) 代理人 弁理士 野村 信太郎

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 階調表示を実現するための液晶表示装置及びその製造方法を提供する。

【構成】 液晶表示装置が、一対の基板上に形成された一対の電極、該電極を覆うように基板上に形成された一対の配向膜、前記基板間に介在させた液晶層及び前記一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素とを有し、前記液晶層が各画素内で、連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域からなることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の基板上に形成された一対の電極、該電極を覆うように基板上に形成された一対の配向膜、前記基板間に介在させた液晶層及び前記一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素とを有し、前記液晶層が各画素内で、連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域からなることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 連続的に異なる閾値が、液晶層に含まれる液晶組成物に対する樹脂の量を連続的に異ならせることにより設定される請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 連続的に異なる閾値が、配向膜の配向性を異ならせることにより設定される請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項4】 液晶組成物が、強誘電性液晶組成物である請求項1〜3いずれか1つに記載の液晶表示装置。

【請求項5】 強誘電性液晶組成物が、一対の基板界面に対し同一のプレティルト角を示し、かつシェブロン層構造を有し、更にシェブロン層構造の折れ曲がりの方向と前記プレティルト角の方向が同一である請求項4記載の液晶表示装置。

【請求項6】 強誘電性液晶組成物が負の誘電異方性を有し、電圧—メモリパルス幅曲線において極小値を示す請求項4又は5記載の液晶表示装置。

【請求項7】 少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物と光重合性樹脂前駆体からなる混合物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から光照射して光重合性樹脂前駆体を各画素内で選択的に光重合させることにより、各画素内で液晶組成物に対し樹脂が連続的又は段階的に異なる割合の領域を有する液晶層を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項8】 混合物中の光重合性樹脂前駆体の混合割合が、1〜20重量％である請求項7記載の製造方法。

【請求項9】 混合物を光照射時に等方性液体になる温度に加熱する請求項7又は8記載の製造方法。

【請求項10】 少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から光照射して配向膜を選択的に光分解させることにより、配向膜に配向性が連続的又は段階的に異なる領域を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項11】 光照射が、基板を貼り合わせる前に行われる請求項10記載の製造方法。

【請求項12】 光照射が、光強度を連続的に異ならせて行われる請求項7〜11いずれか1つに記載の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液晶表示装置及びその製造方法に関する。更に詳しくは、本発明は、階調表示

を実現するための新しい液晶表示装置及びその製造方法を提供するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 ディスプレイにおいて、階調表示は表示性能の重要な項目である。階調表示には種々の方法があるが、例えば、強誘電性液晶素子のように基本的に2値デバイスである液晶素子において階調表示を行うのは容易ではない。強誘電性液晶表示装置は、通常、キラルスメクティックC相の液晶相を利用する。この液晶相は、バルク状態では螺旋構造を有する分子配列をとるが、螺旋ピッチより短い基板間距離を持つ液晶セルに注入すると螺旋がほどけ、図9に示すように複数の層121が平行に積層された層構造を有し、液晶分子120が層121に対して傾いて配列した構成をとる。

【0003】 この構成の液晶相においては、電界の印加により、図9(a)に示す状態と図9(b)に示す状態の双安定な状態が出現する。その理由は、強誘電性液晶は、図9(a)及び(b)において紙面に対して垂直な方向に自発分極(Ps)をもっており、その方向に電界(E)を印加すると液晶分子120は電界の方向に自発分極を揃えるように再配列するからである。

【0004】 このような液晶を有する液晶セルを一対の偏光板(偏光子と検光子)で挟んだ構成とすることにより、図9(a)に示す明状態の表示と図9(b)に示す暗状態の表示とを選択的に行うことができる(N.A. Clark and S.T. Lagerwall, Appl. Phys. Lett., 36, 899 (1980).)。上記図9(a)の状態と図9(b)の状態との切替は、電界と自発分極との直接的な相互作用によって起こるため、電界付与の方向を替えることによりマイクロ秒オーダーでの高速応答が可能となる。また、強誘電性液晶は電界を切った後も電界を切る前の状態を保つ性質、いわゆるメモリ性を有する。したがって、高速応答性とメモリ性とを利用することにより、1走査線ごとに高速で表示内容を書き込んでいくことができ、単純マトリクス型の大表示容量ディスプレイが可能となる。

【0005】 図12(a)に、強誘電性液晶を用いた液晶表示装置の基本構造を示す。この液晶表示装置は、2枚のガラス基板201上にITO(Indium Tin Oxide)からなる電極膜202が形成され、その上に絶縁膜203と配向膜204とが形成される。配向膜204には通常ポリイミド等の高分子膜が用いられ、その表面はラビング処理される。かかる2枚の基板201は、セル厚を1.5μm程度として張り合わされ、両基板201の間に液晶205が注入され、周囲がシール材206にて封止される。この液晶セルの前後に一対の偏光板、例えば一方に検光子207を他方に偏光子211を設け、各電極膜202に駆動回路(図示せず)が接続された構成とされる。

【0006】 かかる構成の強誘電性液晶表示装置は、セル厚が1.5μm程度と薄いと、液晶205が強誘

電性液晶であることを除けば、図12(b)に示す従来の単純マトリクス型液晶表示装置と変わるところはない。なお、この図12(b)は、図12(a)と同一部分には同一番号を附しており、図中の205aは強誘電性ではない液晶を示す。

【0007】さて、この強誘電性液晶を用いた階調表示法として色々な方法が提案されているが、例えば、特開平62-145216号においては、画素内にセル厚を連続的に異ならせることによって階調表示を得る技術が開示されている。セル厚の違いによって電界強度を変化させ、スイッチングする領域とスイッチングしない領域の面積比を制御することによって階調表示を得るものである。

【0008】また、藤掛らは、強誘電性液晶と光硬化性プレポリマーの混合物を強誘電性液晶セルに注入し、光照射して重合することによって階調表示が得られることを報告している（藤掛ら、第41回応用物理学関係連合講演会講演予稿集NO. 3, 1120(1994)）。この方法はプレポリマーの光重合によって強誘電性液晶と樹脂の複合体によってドメイン構造をつくり、各ドメインの閾値特性が異なることを利用してスイッチングする領域の面積比を制御し、階調表示を得るものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の方法においては、次のような問題が生じる。特開平62-145216号の方法の場合、セル厚の違いによって分子配向が異なり、例えば、黒表示が欲しい場合に、透過光量が十分に低い良好な黒表示が得にくいという問題がある。特に、強誘電性液晶材料に負の誘電異方性を有する材料を用い、その材料特有の $\theta-V_{90}$ 特性を利用して駆動する場合、メモリ角がハイアス電圧印加時の電界強度に影響されるため、セル厚が異なるとメモリ角が領域によって異なり（分子長軸の方向が異なり）、完全な黒表示が得られなくなる。また、段差の部分で配向乱れが生じ、その部分から光が漏れるという別の問題もある。しかも、セル厚を連続的に異ならせるために製造プロセスが長くなり、ひいてはコストアップを招くという欠点もある。

【0010】また、藤掛らの方法では、各画素内の強誘電性液晶の閾値特性の分布を厳密には制御できないため、連続的な階調表示特性を、すべての画素間で差なく作製することが容易ではない。また、ドメインのサイズを画素サイズに比べて十分小さくする必要があるが、これも必ずしも容易ではない。本発明は、このような問題を解決するための新しい階調表示法を提供することを目的としたものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】かくして本発明によれば、一対の基板上に形成された一対の電極、該電極を覆

うように基板上に形成された一対の配向膜、前記基板間に介在させた液晶層及び前記一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素とを有し、前記液晶層が各画素内で、連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域から形成されていることを特徴とする液晶表示装置が提供される。

【0012】また、本発明によれば、少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物と光重合性樹脂前駆体からなる混合物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から光照射して光重合性樹脂前駆体を各画素内で選択的に光重合させることにより、各画素内で液晶組成物に対し樹脂が連続的又は段階的に異なる割合の領域を有する液晶層を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法が提供される。更に、本発明によれば、少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から光照射して配向膜を選択的に光分解させることにより、配向膜に配向性が連続的又は段階的に異なる領域を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法が提供される。

【0013】本発明では、液晶層が各画素内で、連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域から形成されていることを特徴としている。連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域を形成する方法としては、例えば、

(1) 液晶組成物と光重合性樹脂前駆体からなる混合物に段階的又は連続的に光照射して、各画素内で液晶組成物に対し樹脂が段階的又は連続的に異なる割合で硬化することにより閾値の異なる領域を形成する方法、(2) 配向膜に段階的又は連続的に光照射して選択的に光分解させることにより配向性を変化させて閾値の異なる領域を形成する方法等が挙げられる。以下、本発明の液晶表示装置及びその製造方法を図1(a)～(b)を用いて説明する。図1(a)～(b)において、1は基板、2は電極、3は絶縁性膜、4は配向膜、5a及び5bは互いに液晶組成物と樹脂の割合の異なる領域、6はシール材、7は液晶組成物、8は光重合性樹脂前駆体、9はフォトリソマスクを意味している。

【0014】まず、本発明に使用できる基板1は、少なくとも一方が透光性の絶縁性基板であることが必要である。透光性の絶縁性基板としては、特に限定されないが、ガラス基板及びプラスチックフィルム等が挙げられる。不透明性の絶縁性基板としては、例えば絶縁膜を被覆したシリコン基板等が挙げられる。次に、上記基板1上に電極2が厚さ100～5000Å程度で形成される。電極は、例えば、 $\text{InO}_x$ 、 $\text{SnO}_x$ 、ITO等の透明電極、Al、Ta、Mo、Ni、Au、Cu、Cr等の不透明電極が使用できる。電極の形状は、例えば、一方の基板上に複数の線状の第1の電極を形成し、他方の基板に第1の電極と直交する方向に複数の線状の第2

の電極が形成されてなる形状、一方の基板全面に第1の電極を形成し、他方の基板に複数の点状の第2の電極を形成されてなる形状等が挙げられる。電極の形成方法は、公知の方法をいずれも使用でき、例えば蒸着法、スパッタリング法等により電極材料を基板全面に積層させたのち、公知のフォトリソグラフィ法等により所望の形状にパターニングする方法が挙げられる。

【0015】なお、本発明において、画素とは、一對の電極が互いに対向する部分を意味する。また、画素の大きさは、 $5 \sim 10^5 \mu\text{m}^2$  程度、好ましくは  $10^3 \sim 10^5 \mu\text{m}^2$  である。次に、上記電極2を覆うように配向膜4を基板上に成膜するが、電極2と配向膜4の間に基板間の絶縁性を確保するために厚さ  $300 \sim 1000 \text{\AA}$  程度の絶縁性膜を挟んでいてもよい。

【0016】本発明に使用できる絶縁性膜3は例えば、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  等の無機系薄膜、ポリイミド、フォトレジスト樹脂、高分子液晶等の有機系薄膜等を用いることができる。絶縁性膜が無機系薄膜の場合には蒸着法、スパッタ法、CVD（化学気相堆積）法、あるいは溶液塗布法等によって形成できる。また、絶縁性膜が有機系薄膜の場合には有機物質を溶かした溶液又はその前駆体溶液を用いて、スピンナー塗布法、浸せき塗布法、スクリーン印刷法、ロール塗布法等で塗布し、所定の硬化条件（加熱、光照射等）で硬化させ形成する方法、あるいは蒸着法、スパッタ法、CVD法等で形成したり、LB（ラングミュア・ブロッジェット）法等で形成することもできる。

【0017】次に、電極3又は任意に形成された絶縁性膜3上に、使用する材料によって相違するが厚さ  $50 \sim 2000 \text{\AA}$  程度の配向膜4が形成される。配向膜4には無機系及び有機系の膜をいずれも使用できる。無機系の配向膜としては、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  等が挙げられ、有機系の配向膜としては、ナイロン、ポリビニルアルコール、ポリイミド、高分子液晶、LB膜等が挙げられる。無機系の配向膜の形成方法は、特に限定されないが、蒸着法、斜め蒸着法、回転蒸着法、スパッタリング法等が挙げられる。一方有機系の配向膜の形成方法は、塗布、LB法等の方法により成膜することができる。ここで、各画素内の閾値を配向膜の光照射による光分解により設定する場合は、第20回液晶討論会予稿集（1994年）の第232頁に記載された方法及び配向膜の材料（例えば、日本合成ゴム社製の可溶性ポリイミドAL1254）を使用することができる。

【0018】上記の様に形成された配向膜は、必要に応じて配向処理が施される。配向処理方法としては、特に限定されないが、ラビング法、斜方蒸着法、回転蒸着法、LB法等があるが、大画面の液晶表示装置を量産する場合にはラビング法を使用することが好ましい。ラビング法には、パラレルラビング法（一對の基板の両方にラビング処理を施しラビング方向が同一になるように貼

り合わせる方法）、アンチパラレルラビング法（一對の基板の両方にラビング処理を施しラビング方向が逆になるように貼り合わせる方法）、片ラビング法（一對の基板の片方にのみラビング処理を施す方法）がある。本発明の液晶表示装置の場合、いずれの配向法も用いることができるが、パラレルラビング法を使用することが好ましい。

【0019】このようにして作製した基板2枚を貼り合わせ、基板間に液晶層5を形成するための液晶組成物7及び光重合性樹脂前駆体8からなる混合物12を挟持させる。本発明に使用することのできる液晶組成物7としては、特に限定されず、常温付近で液晶状態をとる有機物の混合物であって、ネマティック液晶、コレステリック液晶、スメクティック液晶、強誘電性液晶、デスコチック液晶等が挙げられる。これらの液晶は、混合されていても良い。また、これら液晶のうち、ネマチック液晶、コレステリック液晶、強誘電性液晶が好ましい。更に、液晶層を形成する際に、光重合反応を行うため耐光反応性に優れた液晶組成物が好ましい。具体的には、化合物中に、フッ素原子等の官能基を有する化合物からなる液晶組成物が好ましい例として挙げられる。特に好ましくは、負の誘電異方性（ $\Delta\epsilon < 0$ ）を有し、電圧—メモリバース曲線において極小値を示す強誘電性液晶組成物である。 $\Delta\epsilon < 0$ を示す強誘電性液晶組成物としては側鎖にシアノ基、フッ素原子等の極性の強い官能基を有する化合物を含むものが好ましい例として挙げられる。

【0020】次に、本発明に使用することのできる光重合性樹脂前駆体（モノマー、プレポリマー等）としては、液晶組成物の特性に影響を及ぼさないものであれば、特に限定されず、アクリル系又はメタクリル系の材料が挙げられる。例えば、炭素数3以上の長鎖アルキル基又はベンゼン環を有するアクリル酸及びアクリル酸エステル。さらに具体的には、アクリル酸イソブチル、アクリル酸ステアリル、アクリル酸ラウリル、アクリル酸イソアミル、n-ブチルメタクリレート、n-ラウリルメタクリレート、トリデシルメタクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、n-ステアリルメタクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、ベンジルメタクリレート、2-フェノキシエチルメタクリレート、イソボルニルメタクリレート、更に樹脂の物理的強度を高めるための2官能以上の多官能性樹脂、例えば、ビスフェノールA、ビスフェノールAジアクリレート、1,4-ブタンジオールジメタクリレート、1,6-ヘキサジオールメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、テトラメチロールメタンテトラアクリレート等が挙げられる。更に、2,2,3,4,4-ヘキサフルオロブチルメタクリレート、2,2,3,4,4-ヘキサクロロブチルメタクリレート、2,2,3,3-テトラ

フロロプロピルメタクリレート、パーフロロオクチルエチルアクリレート、パークロロオクチルエチルアクリレート等のハロゲン化（特に塩素化、フッ素化）したモノマーも使用することができる。上記モノマーは、単独で使用してもよいが、2種以上混合してもよく、必要に応じてポリマーやオリゴマーを混合してもよい。市販品としては、NDA65（ノーランド社製）等を用いることができる。

【0021】液晶組成物及び光重合性樹脂前駆体の混合割合は、所望する液晶表示装置の特性により異なるが、樹脂を1～20重量%、特に2～5重量%含有することが好ましい。1重量%以下の場合、樹脂による効果が乏しくなるので好ましくなく、20重量%以上の場合、配向が乱れたり応答が遅くなるので好ましくない。更に、混合物には、必要に応じて光重合開始剤を添加してもよい。開始剤としては、イルガクレ184、651又は907、ダクロクレ1173、1116又は2959（メルク社製）等が挙げられる。開始剤の混合割合は、混合物に対して0.1～3重量%程度が好ましい。

【0022】混合物の挟持方法は、特に限定されないが、例えば、基板間部をシール材を使用し貼り合わせ、次いで混合物を真空注入法等により挟持させる方法、一方の基板へ印刷法等により塗布した後、シール材を使用して貼り合わせることに伴って挟持させる方法等が挙げられる。なお、基板間には、液晶層の厚さを一定に保つために、スペーサー（図示せず）を散布しておいてもよい。スペーサーの直径は1～30 $\mu$ m、好ましくは1～5 $\mu$ mである。上記方法により図1（a）に示した光照射前の液晶表示装置が形成される。

【0023】次に、図1（b）に示すように基板の外部から混合物に光を照射することにより、光重合性樹脂前駆体を光重合させ、樹脂化させることにより液晶層を形成する（図1（c）参照）。ここでは、異なる閾値を有する2以上の領域が形成されているが、この領域は、液晶組成物及び樹脂の両方を含みかつ異なる割合である2以上の領域だけでなく、2以上の領域の1つが液晶組成物のみからなる領域も含むことができる。なお、図1（b）及び（c）中、電極、絶縁性膜及び配向膜を省略している。光照射の方法は、特に限定されないが、フォトマスク9を使用して選択的に照射する方法が挙げられる。例えば、1画素に液晶組成物と樹脂の割合が異なる領域を2つ形成する場合；

（1）フォトマスク9を使用して、5bのみを光照射することにより、液晶組成物のみの領域5a及び液晶組成物と樹脂からなる領域5bの2領域を形成する方法。

（2）フォトマスク9を使用して、領域5aのみを一定時間光照射したのち全面を光照射することにより、液晶組成物と樹脂からなる領域5a及び領域5aより樹脂量の多い領域5bの2領域を形成する方法等が挙げられる。更に、段階的に光透過率の異なるフォトマスクを使

用して液晶組成物と樹脂との量が異なる領域を形成する方法も挙げられる。なお、上記では1画素に2領域を形成する場合を説明したが、各領域の光照射量及び/又は光照射時間を変えることにより3領域以上を形成することにより、多段階の階層表示も可能となる。例えば、1画素がa、b及びcの3領域からなる場合、まずaのみに一定時間光照射し、次いでa及びbに一定時間光照射し、更にa、b及びcの全てに光照射することにより形成することもできる。更に、図10に示すように段階的に光透過率の異なるフォトマスク（1画素分を示している）を使用することにより、液晶組成物と樹脂との量が異なる領域（光透過率は10a>10b>10cの関係を有している）を形成することにより、硬化した樹脂量も10a>10b>10cの関係を有する）を形成することもできる。また、光照射時の温度は、等方性液体、即ち液晶組成物と光重合性樹脂前駆体が相分離せず、均一に混合している状態になるように加熱することが好ましい。なお各領域の大きさは、滑らかな階調を表示するという観点から、ほぼ同じ大きさであることが好ましい。更に、図11（a）に示すように、各画素に連続的に光透過率の異なるフォトマスク13を使用して光照射を行い、液晶組成物と樹脂との量を連続的に異ならせた画素を形成してもよい。図11（b）には、図11（a）の長方向の樹脂濃度を示している。図11（b）から各画素内で樹脂の量が連続的に異なっていることが判る。

【0024】また、配向膜を光照射して選択的に光分解させることにより配向性を変化させて閾値の異なる領域を形成する方法を使用してもよい。この場合、上記重合性樹脂前駆体を液晶組成物に添加しなくてもよい。また、光の照射方法は、上記で説明した方法と同様とすることができ、また段階的又は連続的に照射してもよい。なお、ここでは基板を貼り合わせた後に光照射を行っているが、この光照射は基板を貼り合わせる前に行ってもよい。また、液晶組成物が強誘電性液晶組成物であり、液晶層の分子配向及び層構造がC2配向であることが、応答速度を速くすることができるので特に好ましい。ここで、C2配向とは、図3に示すように、強誘電性液晶組成物が、一对の基板界面に対し同一のプレティルト角を示し、かつシェブロン層構造を有し、更にシェブロン層構造の折れ曲がりの方向と前記プレティルト角の方向が同一であることを意味する。

【0025】本発明により作成した液晶表示装置の一例を図2に示す。図2において、1画素は液晶組成物と樹脂の混合割合が異なる5a及び5bの2つの領域からなっている。ここで、液晶分子は、領域内の樹脂の影響を受けるので、樹脂に接する液晶分子は樹脂との相互作用のためスイッチングしにくくなり、しきい値電圧（V<sub>s</sub>と略）が変化する。即ち、領域内の樹脂の混合割合が高くなり、液晶分子の接する樹脂の量が多いほど樹脂の影響を受け、V<sub>s</sub>は上昇する。領域5aが領域5bより樹

脂の混合割合が少ないと仮定すると、 $V_s$ は領域5bの方が高くなる。従って、画素の階調は、白色(5a及び5bが共に白の場合)、灰色(5aが黒、5bが白の場合)、黒色(5a及び5bが共に黒の場合)の3通りの階調となる。

【0026】更に、この液晶セルの上下に偏光軸をほぼ直交させた偏光板10及び11を配置することができる。また、図2の液晶表示装置にカラーフィルターを組み合わせれば、フルカラーあるいはマルチカラー表示が可能となる。

【0027】

【作用】本発明の液晶表示装置によれば、一対の基板上に形成された一対の電極、該電極を覆うように基板上に形成された一対の配向膜、前記基板間に介在させた液晶層及び前記一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素とを有し、前記液晶層が各画素内で、連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域からなることを特徴とするので、前記領域を選択的に駆動させることにより、階調表示が得られる。また、上記連続的に異なる閾値は、液晶層に含まれる液晶組成物に対する樹脂の量を連続的に異ならせることにより、又は、配向膜の配向性を異ならせることにより設定される。

【0028】更に、液晶組成物が、強誘電性液晶組成物であることにより、マイクロ秒オーダーでの高速応答性とメモリ性を利用して、単純マトリクス型の大容量ディスプレイが提供される。また、強誘電性液晶組成物が、一対の基板界面に対し同一のプレティルト角を示し、かつシェブロン層構造を有し、更にシェブロン層構造の折れ曲がりの方向と前記プレティルト角の方向が同一であることにより、応答性が高められる。

【0029】更に、強誘電性液晶組成物が負の誘電異方性を有し、電圧-メモリパルス幅曲線において極小値を示すことにより、光漏れが防止でき、完全な白又は黒表示が得られる。また、少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物と光重合性樹脂前駆体からなる混合物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から照射して光重合性樹脂前駆体を各画素内で選択的に光重合させることにより、各画素内で液晶組成物に対し樹脂が連続的又は段階的に異なる割合の領域を有する液晶層を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法により、階調表示の可能な液晶表示装置が簡便に製造される。更に、混合物中の光重合性樹脂前駆体の混合割合が、1~20重量%であることにより、階調表示が得られる。また、混合物を照射時に等方性液体になる温度に加熱することにより、液晶組成物と光重合性樹脂前駆体との相分離が防止される。更に詳しくは、混合物が等方性液体になる温度より低い温度では、液晶相と等方性液体相、ネマティック液晶相とスメクティック液晶相等の2相状態が生じやすい。このようになると画素内に濃

度分布が生じ、均一なスイッチングが行えなくなり、求める階調表示が得られなくなる。それゆえ、照射前に均一な濃度分布を実現しておくことが重要である。そのためには、混合物が等方性液体になる温度まで加熱する方法が簡便な解決法となる。

【0030】更に、少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から照射して配向膜を選択的に光分解させることにより、配向膜に配向性が連続的又は段階的に異なる領域を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法により、階調表示の可能な液晶表示装置が簡便に製造される。なお、照射は、基板を貼り合わせる前に行ってもよい。

【0031】また、照射が、光強度を連続的に異ならせて行われるので、階調表示の可能な液晶表示装置が簡便に製造される。

【0032】

【実施例】

【実施例1】

ガラス基板1上に膜厚1000ÅのITO透明性電極2を形成し、フォトリソグラフィ法でストライプ状にパターンニングした。この上に膜厚1000ÅのSiO<sub>2</sub>絶縁膜3をスピンコート法で形成した。次いで、膜厚500Åのポリイミド配向膜4を塗布し、その表面をラビングした。

【0033】このように作製した基板上に基板間隔が1.5μmになるようにスペーサー(図示せず)を散布し、基板2枚の周辺部をシール材6を使用してラビング方向がほぼ同一となるように貼り合わせ、次いで表1に示す組成の強誘電性液晶組成物7と光重合性樹脂前駆体8との混合物A226を真空注入法等により注入した(図4)。なお、この強誘電性液晶組成物7は負の誘電異方性を示す。表1中、混合物A226は、3重量%の光重合性樹脂前駆体を含んでいた。

【0034】次に、フォトマスク9を用いて図5のように選択的に照射した。更に、図6のように強誘電性液晶組成物のみの領域Aと強誘電性液晶組成物と樹脂の混合物の領域Bとを作製した。A、B両領域共に良好なC2配向が得られたことを、偏光顕微鏡観察でジグザグ欠陥の方向とラビング方向の関係から確認した。

【0035】この液晶表示装置に図7に示す駆動波形を印加して駆動実験を行った。V<sub>d</sub>=5Vに設定し、V<sub>s</sub>とパルス幅τの異なるパルス幅を印加し、双安定スイッチングする最小パルス幅を図8にプロットした。領域Aでは図7の特性の曲線a、領域Bでは特性cの曲線が得られた。領域A、Bで特性が異なり、階調表示が可能であることが確認された。

【実施例2】

実施例1における強誘電性液晶組成物7と光重合性樹脂

前駆体8との混合物を表1に示すA225に変えるほかは実施例1と同様にして実験を行った。表1中、混合物A225は、1重量%の光重合性樹脂前駆体を含んでいた。良好なC2配向が得られ、強誘電性液晶組成物と樹脂材料との混合体の領域Bにおいて、図8におけるbの曲線で示される特性が得られた。

\*

混合物	A225	A226
強誘電性液晶組成物(*)	99%	97%
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COO}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_3(\text{F})_2$	1%	3%

(\*) 転移温度 C<室温 S<sub>1</sub> 81℃ S<sub>2</sub> 75℃ N 81℃

### 【0038】実施例3

フォトマスクとして、図11(a)に記載された画素内において光透過量が連続的に異なるフォトマスク13を使用すること以外は実施例1と同様にして液晶表示装置を形成した。この液晶表示装置において、良好なC2配向が得られたことを、偏光顕微鏡観察でジグザグ欠陥の方向とラビング方向の関係から確認した。また、この液晶表示装置に、実施例1と同様に、図7に示す駆動波形を印加して駆動実験を行った。電圧値(V<sub>g</sub>及びV<sub>d</sub>)によって、スイッチング面積が変化し、連続的な階調表示が可能であることが確認された。

### 【0039】

【発明の効果】本発明の液晶表示装置によれば、一対の基板上に形成された一対の電極、該電極を覆うように基板上に形成された一対の配向膜、前記基板間に介在させた液晶層及び前記一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素とを有し、前記液晶層が各画素内で、連続的又は段階的に異なる閾値を有する領域からなることを特徴とするので、前記領域を選択的に駆動させることにより、階調表示を得ることができる。また、上記連続的に異なる閾値は、液晶層に含まれる液晶組成物に対する樹脂の量を連続的に異ならせることにより、又は、配向膜の配向性を異ならせることにより設定することができる。

【0040】更に、液晶組成物が、強誘電性液晶組成物であることにより、マイクロ秒オーダーでの高応答性とメモリ性を利用して、単純マトリクス型の大容量ディスプレイを提供することができる。また、強誘電性液晶組成物が、一対の基板界面に対し同一のプレティルト角を示し、かつシェブロン層構造を有し、更にシェブロン層構造の折れ曲がりの方向と前記プレティルト角の方向が同一であることにより、応答性を高めることができる。

\*【0036】この実施例での領域A、Bは、図8の曲線a、cと特性が異なり、これを用いて階調表示が可能であることが確認された。

【0037】

【表1】

【0041】更に、強誘電性液晶組成物が負の誘電異方性を有し、電圧-メモリパルス幅曲線において極小値を示すことにより、光漏れが防止でき、完全な白又は黒表示を得ることができる。また、少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物と光重合性樹脂前駆体からなる混合物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から光照射して光重合性樹脂前駆体を各画素内で選択的に光重合させることにより、各画素内で液晶組成物に対し樹脂が連続的又は段階的に異なる割合の領域を有する液晶層を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法により、階調表示の可能な液晶表示装置を簡便に製造することができる。更に、混合物中の光重合性樹脂前駆体の混合割合が、1~20重量%であることにより、階調表示を得ることができる。また、混合物を光照射時に等方性液体になる温度に加熱することにより、液晶組成物と光重合性樹脂前駆体との相分離を防止することができる。更に詳しくは、混合物が等方性液体になる温度より低い温度では、液晶相と等方性液体相、ネマティック液晶相とスメクティック液晶相等の2相状態が生じやすい。このようになると画素内に濃度分布が生じ、均一なスイッチングが行えなくなり、求める階調表示が得られなくなる。それゆえ、光照射前に均一な濃度分布を実現しておくことが重要である。そのためには、混合物が等方性液体になる温度まで加熱する方法が簡便な解決法となる。

【0042】更に、少なくとも電極、配向膜を有する基板を貼り合わせ、該基板間に液晶組成物を挟持し、一対の電極が対向する部分に存在する複数の画素に、基板の外部から光照射して配向膜を選択的に光分解させることにより、配向膜に配向性が連続的又は段階的に異なる領域を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法により、階調表示の可能な液晶表示装置を簡便に製造す

ることができる。なお、光照射は、基板を貼り合わせる前に行ってもよい。

【0043】また、光照射が、光強度を連続的に異ならせて行われるので、階調表示の可能な液晶表示装置を簡便に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置の概略工程断面図である。

【図2】本発明の液晶表示装置の概略断面図である。

【図3】C2配向を説明するための概略断面図である。

【図4】本発明の実施例の強誘電性液晶表示装置の概略断面図である。

【図5】本発明の実施例の強誘電性液晶表示装置の概略断面図である。

【図6】本発明の実施例の強誘電性液晶表示装置の概略断面図である。

【図7】本発明の実施例に用いた駆動波形の説明図である。

【図8】本発明の実施例を説明するための特性図である。

【図9】強誘電性液晶の動作原理を示すための模式図である。

【図10】本発明の液晶表示装置の製造に使用される1画素分のフォトマスクの概略平面図である。

【図11】(a)は本発明の液晶表示装置の概略工程断面図であり、(b)は光照射後の樹脂濃度を示すグラフである。

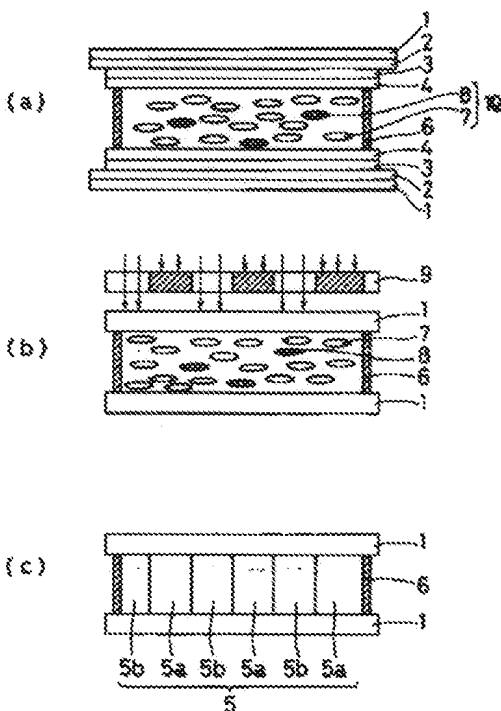
\*

\*【図12】(a)は従来の強誘電性液晶組成物を用いた液晶表示装置を示す概略断面図であり、(b)は従来の単純マトリクス液晶表示装置を示す概略断面図である。

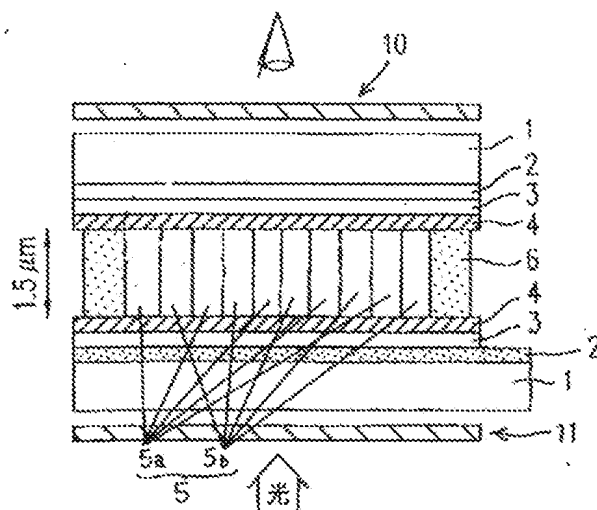
【符号の説明】

- |      |                   |
|------|-------------------|
| 1    | 基板                |
| 2    | 電極                |
| 3    | 絶縁膜               |
| 4    | 配向膜               |
| 5    | 液晶層               |
| 5a   | 樹脂を含まない液晶組成物のみの領域 |
| 5b   | 樹脂を含む混合体の領域（混合物）  |
| 6    | シール材              |
| 7    | 液晶組成物             |
| 8    | 光重合性樹脂前駆体         |
| 9、13 | フォトマスク            |
| 10   | 偏光板（検光子）          |
| 11   | 偏光板（偏光子）          |
| 12   | 混合物               |
| 201  | 基板                |
| 202  | 電極                |
| 203  | 絶縁膜               |
| 204  | 液晶組成物             |
| 205a | 強誘電性でない液晶組成物      |
| 206  | シール材              |
| 210  | 偏光板（検光子）          |
| 211  | 偏光板（偏光子）          |

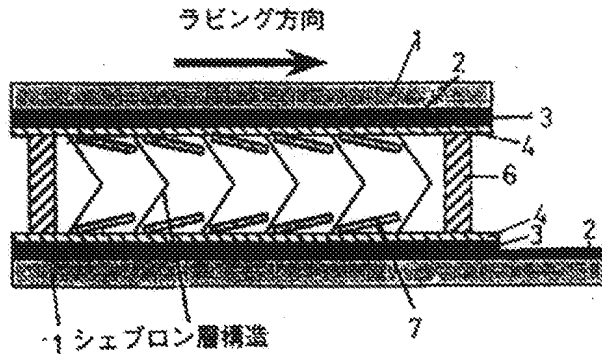
【図1】



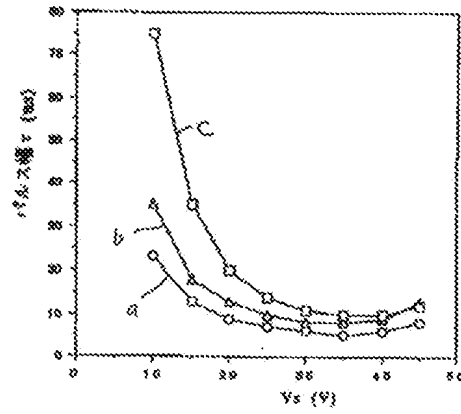
【図2】



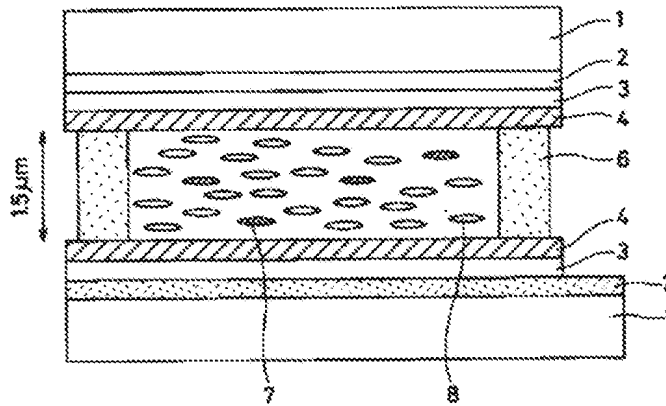
【図3】



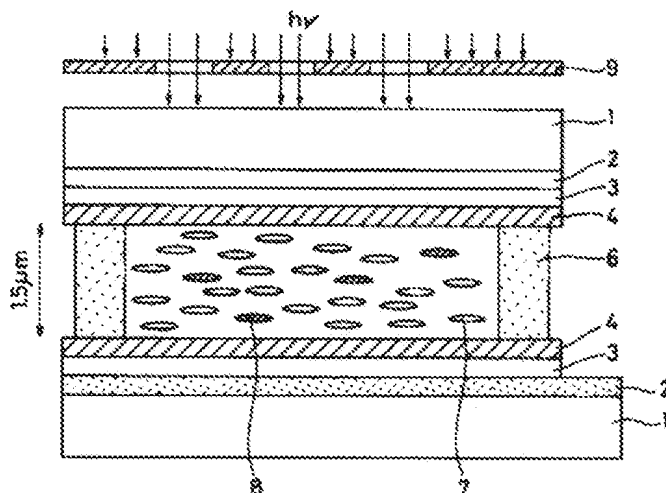
【図8】



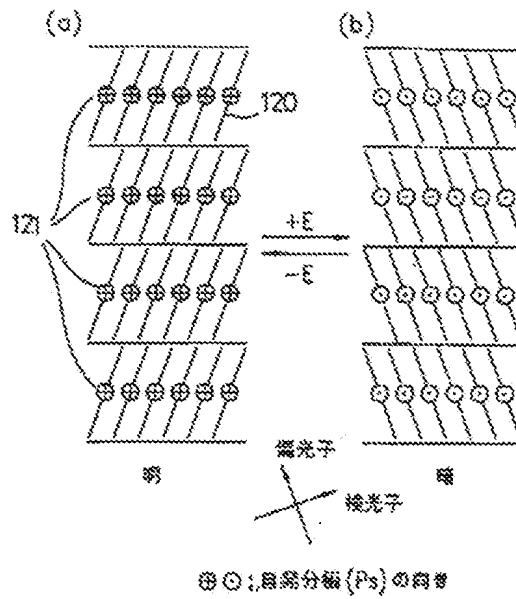
【図4】



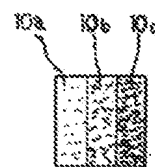
【図5】



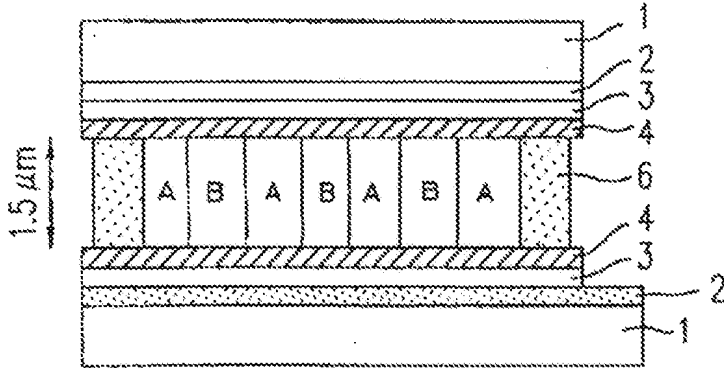
【図9】



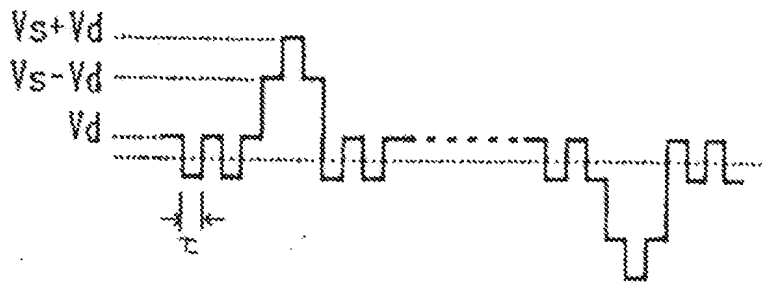
【図10】



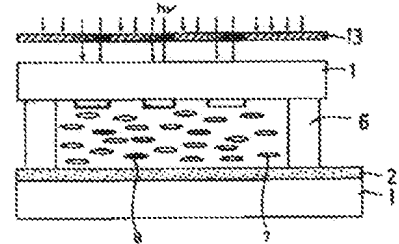
【図6】



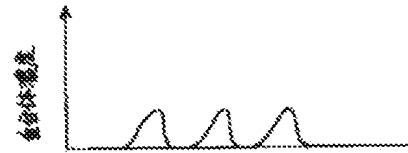
【図7】



【図11】



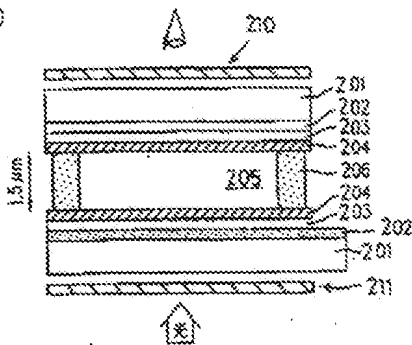
(a)



(b)

【図12】

(a)



(b)

